جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره‌دوم، تابستان ۱۳۹۱

صص ۱۱۶-۱۰۱

بررسی خطر ریزش در آزاد راه رودبار ـ رستم آباد با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای

محمدمهدی حسین زاده[1] ـ استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران
سعید رحیمی هر آبادی ـ کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران، ایران
حسن اروجی ـ دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی روستایی، دانشگاه خوارزمی تهران، ایران
مهدی صمدی ـ کارشناس ارشد سنجش از دور و GIS، دانشگاه تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۱۰ تاریخ تصویب:۱۳۹۱/۹/۵

چکیده

یکی از عوامل موثر در کنترل مخاطرات محیطی، وجود پایداری در ساختار لندفرم هاست. در عصر حاضر ضرورت احداث سیستم‌های حمل ونقل، پیامدهای متعددی در واکنش سیستم‌های ژئومورفیک به وجود آورده است. در این ارتباط، کوهستان‌های نیمه خشک از جمله حساس‌ترین مناطق در برابر تغییرات غیرمعمول یا تغییرات ناشی از دخالت‌های انسان به شمار می‌رود. این نوشتار تلاش دارد ضمن تبیین وضعیت ژئومورفولوژیک منطقه از نظر حساسیت بالای آن نسبت به ناپایداری‌های دامنه‌ای، نوعی رابطه منطقی میان احداث آزاد راه رودبار– رستم آباد و ناپایداری دامنه‌ای به ویژه فرایند ریزش سنگ به منظور تجزیه و تحلیل واکنش‌های ژئومورفولوژیک منطقه و تحقق مدیریت محیطی به ویژه در جاده‌ها برقرار کند. به همین منظور با استفاده از فرایند تحلیل شبکه و تعیین معیارهای پیشنهادی در وقوع ریزش سنگ مبتنی بر مطالعات میدانی و روش دلفی، این معیارها در دو خوشه اصلی مخاطرات طبیعی و زیست محیطی شامل میزان شیب، جهت شیب، کاربری اراضی، بارش سالیانه، فاصله از گسل، شبکه ارتباطی، آبراهه و لیتولوژی تعیین شد. در مرحله بعد با تهیه لایه‌های اطلاعاتی از عناصر فوق و ارزش‌گذاری آن‌ها در مدل تحلیل شبکه‌ای در محیط GIS مورد تحلیل قرار گرفت و نقشه نهایی مخاطرات سنگ ریزش با درجات کم، متوسط و بالا مشخص گردید و در ادامه به منظور کنترل نتایج از بازدید میدانی بهره برده شد. نتایج نشان داد مستعدترین مناطق از نظر وقوع ریزش سنگ منطبق بر میزان شیب بالا، فاصله کم از آبراهه، گسل خوردگی‌ها، حساسیت‌بالای سنگ‌های آتشفشانی توده‌ای و اراضی بایر هستند.

کلید واژه‌ها: ژئومورفولوژی جاده ای، مخاطرات محیطی، ریزش سنگ، فرایند تحلیل شبکه، آزاد راه رودبار– رستم آباد.

---

۱ نویسنده مسوول: ۰۹۱۱۱۹۳۷۳۲۰
Email: mm_hosseinzadeh1@yahoo.com

مقدمه

در مطالعات ژئومورفولوژی، محققین تلاش دارند به تفسیر چگونگی روند تغییرات در اشکال سطح زمین بپردازند (گایترز[1] و دیگران، ۲۰۰۱: ۱۹) زیرا هر تغییری که به اجزای تشکیل دهنده محیط طبیعی تحمیل شود، بسته به قلمرو این دخالت، عدم تعادل و وقوع مخاطرات را در پی دارد(محمودی، ۱۳۸۳: ۳۱۵). اساسا مخاطرات محیطی حاصل ناسازگاری میان فرایندهای طبیعت زمین با سیستم‌های انسانی است (اسمیت، ۱۳۸۲: ۱۸) و اثراتی نسبی مطابق با درجه آسیب پذیری واکنش‌های انسانی دارد(اسمیت و پلتی[2]، ۲۰۰۹: ۱۱). هدف از کاهش خطر می‌تواند تلاش بیشتر به منظور ایجاد روندی پایدار در کاهش یافتن یا حذف نمودن دوره‌های بلند مدت مخاطرات بر روی سیستم‌های انسانی و نیز رسیدن به توانایی بیشتر برای پیشگیری معقولانه مخاطرات باشد(رحیمی هرآبادی، ۱۳۹۰: ۳۲). به طور کلی مخاطرات محیطی شامل تنوع وسیعی از انواع مخاطرات است که از رویدادهای طبیعی تا حوادث تکنولوژیک (ساخته دست انسان) تا وقایع اجتماعی (رفتارهای انسانی) را شامل می‌شود(حسین زاده، ۱۳۸۳ : ٦٦). فعالیت‌های انسان به ویژه در زمینه حمل و نقل و ضرورت گسترش آن در نواحی مختلف، می‌تواند در حد قابل توجهی ساختارهای ژئومورفیک یک منطقه را تحت تاثیر قرار دهد و موجب خسارات جانی و مالی متعددی شود. این خسارت‌ها ممکن است نتیجه حذف یا بی‌توجهی به شاخص‌های ژئومورفیک مؤثّر بر این سازه‌ها در هنگام انتخاب مسیر و یا رعایت نکردن حریم آن‌ها باشد(روستایی و احمدزاده، ۱۳۹۱: ٤٨). در این ارتباط کوهستان‌های نیمه خشک به لحاظ دارا بودن شرایط توپوگرافی، اقلیمی و نوع پوشش گیاهی، از حساس‌ترین مناطق در برابر تغییرات ناشی از دخالت‌های انسان هستند (بیاتی خطیبی ،۱۳۸٦: ۵۱). دامنه‌ها در این نواحی ناپایدار و نسبت به برش مفاصل توده‌های سنگی، بسیار حساس هستند(دیپریس[3] و دیگران، ۲۰۰۷: ۹۱). در کشور ایران، بسیاری از دامنه‌ها از سازندهای سطحی پوشیده شده‌اند که به طور بالقوه مخاطرات ناشی از حرکات توده‌ای مواد را تشدید می‌نمایند (کرمی،۱۳۸٤ :۸۸). در خصوص وقوع این حرکات در گذشته، می‌توان گفت که فشارهای کمپرسیونی مداوم به ایران در طی پلیو کواترنر و مرتفع شدن فلات و حرکات زلزله‌ای متعدد باعث تکرار رخداد حرکات ریزشی و ایجاد واریزه‌ها در دامنه‌ها شده است (زمردیان، ۱۳۸۱: ۸۵).

فرایندهای دامنه‌ای از مهم‌ترین پدیده‌های طبیعی تغییر شکل دهنده سطح زمین به شمار می‌رود (حافظی مقدس، ۱۳۸۸: ۱۳۳) این فرایندها در دو گروه سنگ و خاک طبقه‌بندی می‌شوند(هوگت[4]، ۲۰۰۷: ٦۳). در این میان فرایند ریزش سنگ یکی از سریع‌ترین نوع از فرایندهای دامنه‌ای به ویژه در نواحی مرتفع کوهستانی است(کیتس[5] و دیگران،۲۰۱۰: ۲). این پدیده در ابعاد متفاوتی روی می‌دهد. مقیاس مکانی آن از حمل سنگ فرش‌های کوچک تا جابه جایی هزاران تخته سنگ در دهها کیلومتر را در بر می‌گیرد(گوزیتا[6] و دیگران: ۲۰۰۲: ۱۰۷۹). محققین علل ریزش سنگ را هوازدگی، تناوب انجماد و ذوب، اثرات آب، زمین لرزه و یا رشد ریشه درختان بیان می‌کنند (توپال[7] و دیگران، ۲۰۱۲: ۲۵۵) و بنابراین در دامنه‌هایی که تحت تاثیر رخنمون‌های سنگی با شیب زیاد، درز و شکاف،

1 Gutierrez
2 Smith and petley
3 Deparis
4 Huggett
5 kats
6 Guzzettia
7 Topal

گسل خوردگی و فرایند تناوبی انجماد و ذوب هستند، امکان وقوع این مخاطره وجود دارد(ریتر [1] و دیگران، ۲۰۰۲: ۱۰۵). این پدیده در سه مرحله انجام می‌گیرد: ابتدا شکاف‌هایی در سطح دامنه ایجاد می‌شود و در ادامه آن قطعه سنگ می‌شکند. در نهایت این شکاف‌ها وسیع‌تر می‌شوند و به دلیل انهدام قدرت نگه دارنده قاعده آن، ریزش انجام می‌گیرد (کوک و دورکمپ، ۱۳۷۷: ۲۰۷). ریزش سنگ یکی از متداول‌ترین مخاطرات ژئومورفیک در نواحی کوهستانی به ویژه مناطق نیمه خشک است که باعث خسارات قابل توجهی به زیر ساخت‌های انسانی‌می‌شود (گیاکومین [2] و دیگران: ۷۰۸).

اساسا سازه‌های انسانی نظیر ساخت جاده‌ها، خطوط راه آهن و فرودگاه‌ها، قادر خواهند بود محیط‌ها را از حالت طبیعی خارج کنند (اسکورو،۱۳۸۰: ۸۳). جاده‌ها و شبکه‌های ارتباطی یکی از بخش‌های مهم چشم اندازها و از مظاهر تخریب انسانی آن‌ها محسوب می‌شوند و آثار محیطی مستقیمی بر کیفیت آب‌ها، فرسایش و پایداری دامنه‌ها و زندگی جانوری و گیاهی دارند و با افزایش دسترسی به طور غیر مستقیم، موجب اضمحلال چشم‌اندازها می‌شوند (مختاری،۱۳۸۸: ۱۹). این پدیده حتی در ابعاد کوچک به دلیل قطع ارتباط و از بین رفتن تعادل اشکال ژئومورفولوژیکی منطقه، همچنین وقوع ناگهانی و سرعت زیاد آن می‌تواند آسیب‌هایی جدی به ساختمان‌ها و جاده‌ها وارد کند(دی کریس زونا [3] و دیگران، ۲۰۰۷: ۱۱۸). بنابراین مطالعه فرایندهای ژئومورفولوژیک در بسیاری از فعالیت‌های مهندسی مربوط به احداث سازه‌ها از جمله ایجاد ترانشه‌ها، تغییر وزن حاصل از خاکبرداری‌ها و خاکریزی‌ها، از بین بردن پوشش گیاهی دامنه‌ها و غیره اهمیت اساسی دارد (بلادپس،۱۳۸۷: ۳). و توجه به تحولات ژئومورفیک چنین مسیرهایی پس از احداث آن‌ها امری ضروری است (مختاری،۱۳۸۵: ۴۰). در بررسی اثرات فرایندهای ریزشی در شبکه‌های ارتباطی، جاده‌هایی که از یک طرف یا از هر دو طرف به وسیله دیواره تند دامنه‌ها محدود شده باشند، دائما با خطر ریزش قطعه سنگ‌های درشت و کوچک مواجه می‌باشند (رجایی،۱۳۸۳: ۳۰۰).

به دلیل ارتباط احداث راه‌ها و مخاطرات دامنه‌ای به ویژه خطرات ریزش سنگ و اهمیت آن در مدیریت محیط کارهای متعددی در سطح جهان صورت گرفته است. از جمله کیتز [4] و دیگران (۲۰۱۱) به بررسی خطر فرایند ریزش سنگ در دره ریفیم [5] با روش استون [6] پرداخته است. چی‌یزا [7] و همکاران (۲۰۱۰) به ارزیابی خصوصیات زمین شناسی، ژئومورفولوژی و آماری خطر ریزش سنگ در روستای سن کوریو [8] پرداخته‌اند. دی پریس [9] و همکاران (۲۰۰۷) به ارزیابی نقش نفوذپذیری آبخوان‌ها در وقوع خطر ریزش سنگ پرداخته اند.همچنین در ایران نیز مطالعات پراکنده‌ای صورت گرفته است: بلادپس(۱۳۸۷) در تحقیقی به بررسی مخاطرات ژئومورفیکی جاده مرند- جلفا پرداخته است و پیشنهاداتی در جهت کنترل این مخاطرات ارائه نموده است. مختاری (۱۳۸٤) با ارزیابی ژئومورفیکی بخشی از مسیر مرند- تبریز، تاکید بسیاری بر توجه بر اصول ژئومورفولوژی در مهندسی راهسازی نموده است. دانشمندی(۱۳۸٦) به بررسی متغیرهای تاثیرگذار ژئومورفولوژیکی در مدیریت جاده‌ای در هراز پرداخته است. مختاری(۱۳۸۸) به

---

1 Ritter
2 Giacomini
3 Di Crescenzoa
4 Katz
5 Refaim valleys
6 Stone
7 Chiessi
8 San Quirico Village
9 Deparis

بررسی آثار ژئومورفیکی عملیات راهسازی در مناطق حساس ژئومورفولوژیک پرداخته و به این نتیجه رسید کـه مرمـت‌هـای راه ارلان و تظاهر رسوبات مارنی و استقرار راه بر روی این رسوبات، موجب تشدید فعالیت فرایندهای ژئومورفیـک نظیـر حرکـات توده‌ای شده است. ثروتی و همکاران(۱۳۸۷) به پهنه بندی حرکات توده‌ای در جاده سنندج - دهلگان بـا اسـتفاده از روش تحلیـل سلسله مراتبی پرداختند.

در رابطه با پیشینه مطالعاتی در زمینه فرایند تحلیل شبکه که عمدتا برای مکان‌یابی بهینه استفاده شده اسـت. سـاعتی[1] (۲۰۰۵) به عنوان طراح این روش، مقالات متعددی را در زمینه سیستم‌های اقتصادی به چاپ رسانده است. تازکایـا[2] و دیگـران(۲۰۰۸) از این روش در مکان یابی مطلوب صنایع و تاسیسات استفاده نمودند. در ایران نیز استفاده از مـدل تحلیـل شـبکه بیـشتر بـه علـوم اداری محدود بوده است و در علوم جغرافیایی نیز کارهای معدودی انجام شده است. از ایـن روش فرجـی و دیگـران(۱۳۸۹) در مکان یابی برای دفن بهداشتی زباله در شهرستان قوچان استفاده کرده‌اند. همچنـین کیـانی و دیگـران (۱۳۸۹) در حـوزه شـناخت ICT در تبیین وضعیت شهری و روستایی و کاربران ایـن فنـاوری، اسـتفاده نمودنـد. تـا حـال حاضـر از ایـن روش در مـسائل ژئومورفولوژیک استفاده نشده است.

در این مقاله تلاش بر آن است که ضمن تبیین وضعیت ژئومورفولوژیک منطقه، نوعی رابطـه منطقـی میـان احـداث آزاد راه رودبار تا رستم آباد و ناپایداری دامنه‌ای به ویژه فرایند ریزش به منظور تجزیه و تحلیل پاسخ‌های ژئومورفولوژیـک منطقـه برقـرار شود. اساسا هدف از ارائه این تحقیق بررسی و پهنه بندی مخاطرات ناشی از فرایند ریزش در آزادراه رودبـار– رسـتم آبـاد اسـت که با تجزیه و تحلیل‌های کمی معیارهای موثر در وقوع این پدیده صورت پذیرفته است. چنان که در گذشته نمونه‌هـای متعـددی از ریزش سنگ در این جاده وقوع یافته است(شکل ۱). در نتیجه شناسایی عوامل اصلی وقوع سنگ ریزش با درجـه خطربـالا بـه منظور مدیریت محیطی این جاده، به دلیل تازه ساخت بودن و جلوگیری از خسارت‌های احتمالی آن، الزامی است.

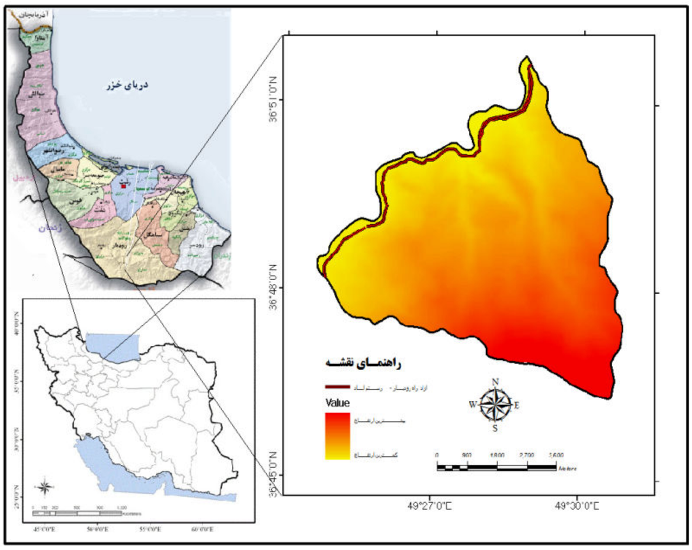


شکل ۱ نمونه‌ای از وقوع فرایند سنگ ریزه در آزادراه رودبار - رستم آباد

1 Saaty
2 Tuzkaya

منطقه مورد مطالعه

این منطقه در مقطعی از آزاد راه رودبار- رستم آباد در دره سفیدرود و در واحـد ژئومورفولـوژی البرزغربـی قـرار دارد.طول جاده مورد بررسی در این تحقیق ۲٤ کیلومتر است. با توجه بـه دادههـای میـانگین بـارش سـالیانه، پوشـش گیاهی و منابع ژئومورفولوژی، دامنههای البرز غربی در این محدوده، به عنوان کوهستانی نیمه خشک تعیـین شـدهانـد. دره سفیدرود در تقسیمات واحدهای ژئومورفولوژی مرز طبیعی دو واحد البرز و تـالش را تـشکیل مـیدهـد.ایـن دره حاصل عملکرد فرسایش رودخانهای در امتداد گسل سفیدرود است و از نظر شرایط مورفولوژی در بالادست باریک و عمیق و در پایین دست عریض و فراخ میشود (علایی طالقانی، ۱۳۸٤: ۱۰٦). لازم به ذکر است محـدوده جـاده مـورد مطالعه مابین بستراصلی سفیدرود و دامنههای شرقی متعلق به واحد البرز غربی قرار دارد، بنابراین آزادراه مورد نظـر از یک سمت با دره سفیدرود و از سمت دیگر با ریزشهای سنگی دامنههای شرقی البرز در ارتباط است.



شکل۲ موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور و استان گیلان(شهرستان رودبار)

مواد و روشها

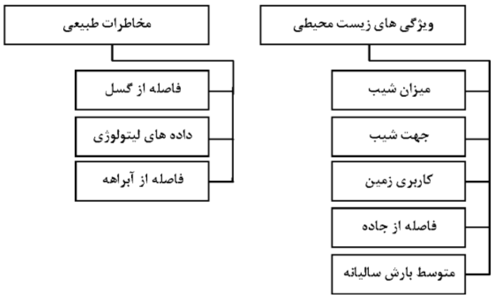
با توجه به اهمیت نتایج مطالعات ژئومورفولوژی در تحقیقات مربوط به پروژههای مهندسی و راهسازی، شناسایی مخـاطرات ژئومورفولوژیک بخشهایی از آزاد راه رودبار تا رستم آباد میتواند به عنوان زمینهساز بهرهبرداری بهینه از امکانات محیط طبیعـی تلقی شود. بر این اساس از نقشههای توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و۱:۵۰۰۰۰، نقشهزمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ وتصاویر مـاهوارهای TM-5 سنجنده لندست به منظور تهیه نقشههای شیب، مقادیر ارتفاعی و کاربری اراضی استفاده شد و از مدل ANP به عنوان روشی برای وزندهی، مقایسات زوجی و تحلیل درجه بندی فرایندهای وقوع سنگ ریزه در منطقه مورد مطالعه بهره برده شده است. در نهایت به منظور ثبت موقعیت نقاط ناپایدار در مسیر مورد نظر از دادههای حاصل از مطالعات میدانی برای تکمیل و تطبیق یافتهها استفاده شده است.

اساسا روش‌های تصمیم گیری چند معیاره با فرض استقلال معیارها، بنا شده‌اند ولی این مورد همیشه به واقعیت نزدیک نیست. بنابراین در صورت استفاده، ممکن است انحرافی در نتیجه به دست آمده ایجاد شود و منجر به ارزیابی‌ها و تحلیل‌های نادرست گردد. بنابراین فرایند تحلیل شبکه که به وابستگی بین معیارها تاکید دارد، انتخاب می‌شود. این روش ابتدا در سال ۲۰۰۱ توسط ساعتی مطرح شد، تا چارچوبی برای تصمیم‌گیری و ارزیابی مسائل و مشکلات ایجاد شود و بر پایه نتایج حاصل از اندازه گیری‌های وزنی- نسبی عمل می‌کند که، در تعیین و تخصیص منابع بر طبق اولویت‌های وزنی- نسبی به کار می‌رود. در روش مزبور از شبکه معیارها، گزینه‌ها و گره‌های درون خوشه‌ها، برای فرایند مدل سازی مسائل استفاده می‌شود. همه عناصر در شبکه می‌توانند به هر نحوی به هم مرتبط شوند و شبکه می‌تواند بازخوردها و روابط و وابستگی بین و درون خوشه‌ها را باهم ترکیب کند. مدل ANP شکل کلی از مدل AHP است که روابط بین عناصر را همانند یک شبکه با توصیف ارتباطات و مسیرهای عناصر بیان می‌کند(بنر[1] و دیگران، ۲۰۰٦: ۷٤۸). مدل‌های سلسله مراتبی مانند AHP که بر پایه استقلال بین عناصر بنا شده‌اند در برخورد با مسائل تصمیم گیری‌های پیچیده با محدودیت‌هایی رو به رو می‌شوند و نمی‌توانند تعامل بین معیارها و زیر معیارها را به خوبی پوشش دهند(ولفشنر[2] و دیگران، ۲۰۰۵: ۱۵۹) (جعفرنژاد و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۰٤) و نیز قادر به اندازه گیری وابستگی‌های بین عوامل نیستند (نجفی، ۱۳۸۹: ٦٤). مدل تحلیل شبکه دارای بخش‌های مختلفی است: بخش اول شامل ساختار سلسله مرتبی از معیارها و زیرمعیارها، بخش دوم شامل شبکه ارتباطات و تاثیرات بین معیارها، بخش سوم بازخوردهای بین عناصر و خوشه‌ها (شیباخان[3] و دیگران، ۲۰۰۷: ۱۵۰۲). بخش نهایی مربوط به تشکیل ابرماتریس می‌باشد. مفهوم ابرماتریس تصمیم مشابه فرایند زنجیره‌ای مارکوف است. برای به دست آوردن اولویت بندی کلی در یک سیستم با تاثیرات وابسته، بردارهای اولویت محلی وارد ستون‌های مناسب یک ماتریس می‌گردند. در حقیقت یک ماتریس تصمیم، یک ماتریس تقسیم شده به اجزای کوچکتر است که هر جزء ماتریس نمایانگر رابطه بین دو دسته در یک ماتریس است (نخعی و همکاران، ۱۳۸۹: ۲٤). تمامی روابط و تعاملات میان عناصر سطوح تصمیم گیری به وسیله مقایسات زوجی در روش سوپرماتریس ارزشیابی می‌شود. اما در هنگام وارد کردن مقایسه زوجی انجام شده میان عناصر سطوح تصمیم گیری در سوپرماتریس، اغلب جمع ستون‌ها بیشتر از ۱ می‌شود که به آن سوپرماتریس غیروزنی می‌گویند. با ضرب کردن وزن هریک از خوشه‌ها در عناصر متناظر با آن‌ها، سوپر ماتریس وزنی به دست می‌آید. در نهایت برای دستیابی به وزن نهایی آلترناتیوهای مسئله و معیارهای تصمیم گیری و حل مسئله، سوپرماتریس حددار باید محاسبه شود (دری و حمزه ای، ۱۳۸۹: ۸۱). در این مقاله به منظور استفاده از این روش در تحلیل وقوع سنگ ریزه در مدیریت جاده‌ای مراحل زیر صورت گرفته است:

۱) **تعیین معیارها و مشخص کردن خوشه‌ها**، در این مرحله ابتدا عناصر مرتبط با موضوع فرایندهای ریزش از طریق مطالعات میدانی، تکمیل پرسش‌نامه توسط کارشناسان و استفاده از مطالعات پیشین، تعیین گردید. ۸ عنصر اصلی درگیر در موضوع بر طبق مشابهت‌های موضوعی در دو خوشه شامل ویژگی‌های زیست محیطی و مخاطرات طبیعی جای گرفتند:

---

1 Banar
2 Wolfslehner
3 Sheeba Khan



شکل۳ معیارهای اصلی وقوع سنگ ریزه در دو خوشه اصلی

۲) **تعیین روابط و وابستگی‌های بین عناصر،** در این مرحله تعیین شد که کدامیک از عناصر با عناصر دیگر در ارتباط بوده، بر آن‌ها اثر می‌گذارد و از آن‌ها اثر می‌پذیرد. این روابط و وابستگی‌ها می‌تواند دو طرفه یا یک طرفه باشد. هر چند تعیین روابط بین عناصر از طریق مطالعات پیشین و مطالعات میدانی نیز امکان پذیر بود ولی برای مستند کردن و افزایش اعتبار پژوهش، از پرسش نامه و فرایند دیماتل[1] استفاده شد. تعداد ۱۰ پرسشنامه برای کارشناسان و اساتید امر ارائه و از آن‌ها خواسته شد که عناصر را به صورت زوجی در یک ماتریس مقایسه و بر حسب میزان اثرگذاری‌شان بر همدیگر از ۱ تا ۵ ارزش گذاری کنند. نتایج پرسش‌نامه پس از نرمال سازی در محیط Excel، در نرم افزار Matlab مورد پردازش قرار گرفت و در محیط Excel نتایج نهایی حاصل شد.

۳) **اعمال ارتباطات در خوشه‌ها و عناصر،** مراحل مدل از این پس، در نرم افزار ویژه این فرایند، یعنی super decisions انجام شد. نتایج ارتباطات به دست آمده از فرایند دیماتل، بر این عناصر اعمال گردیده و جهت وزن دهی اولیه فراهم شد. مرحله اصلی مدل، وزن‌دهی و ارزش‌گذاری و مقایسات زوجی بین عناصر می‌باشد. همان طور که گفته شد مقایسات زوجی در تحلیل شبکه براساس معیار کنترلی صورت می‌گیرد. تنها زمانی یک عنصر می‌تواند معیار کنترلی در نظر گرفته شود که اثرگذاری آن در فرایند دیماتل تایید شده باشد. البته در این پژوهش باتوجه به اثرگذاری‌هایی که عناصر داخل یک خوشه بر همدیگر داشتند، ارتباطات همه عناصر داخل دو خوشه به صورت دو طرفه در نظر گرفته شد و از دیماتل برای تعیین ارتباطات بیرونی عناصر استفاده گردید. چنان چه ارتباطات بین عناصر در نرم افزار Super decisions اعمال گشته باشد، خود نرم افزار مقایسات زوجی بین عناصر را نشان می‌دهد و ما تنها ارزش اولیه عناصر را به نرم افزار وارد می‌کنیم.

۴) **وزن دهی و مقایسات زوجی عناصر،** بدین منظور از فرایند پرسش‌نامه استفاده گردید و تعداد ۲۵ پرسش نامه بین کارشناسان توزیع و خواسته شد که در هر بخش با توجه به معیار کنترلی، عناصر و خوشه‌ها را بر حسب میزان برتری نسبی از ۱ تا۹ مقایسه کنند. نتایج پرسشنامه از طریق مدل کپ لند و از طریق برنامه Copeland محاسبه گردید. مدل کپ لند تعیین می‌کند که کدام‌یک از دامنه‌ارزشی بین ۱ تا ۹ برای یکی از عناصر، به عنوان ارزش منتخب کارشناسان انتخاب شود. این مدل از طریق مقایسه تعداد پاسخ‌های داده شده برای هرگزینه و ارزش آن نسبت به سایر ارزش‌ها، ارزش نهایی را تعیین می‌کند. پس از تعیین ارزش نهایی، وزن‌های بدست آمده از پرسش نامه‌ها، به نرم افزار super decisions انتقال یافته و در نهایت می‌توان با استفاده از این

[1] دیماتل فرایندی است که با استفاده از پرسش نامه‌های تکمیل شده، میزان ارتباطات یک طرفه یا دو طرفه بودن بین عناصر را تعیین می‌کند.

وزن‌ها، ضریب و وزن نهایی پژوهش را از طریق فرایند ابرماتریس و نرمال سازی آن توسط وزن خوشه‌ها، محاسبه کرد. این وزن‌ها همان وزن نهایی عناصری است که باید برای مکان یابی نهایی در نرم افزار ARC GIS به لایه‌های اطلاعاتی وارد نماییم.

۵) **طبقه بندی لایه‌ها و تهیه نقشه نهایی،** آخرین مرحله به نرم افزار ARC GIS مربوط می‌شود. در این مرحله لایه‌های اطلاعاتی هر عنصر با توجه به اهمیتی که برای مکان یابی سنگ ریزش دارند، طبقه بندی می‌شوند. لایه‌ها در این برنامه طبقه بندی شد و در نهایت برای تهیه نقشه نهایی، این لایه‌ها توسط ابزار Raster calculator تلفیق شده و وزن‌های نهایی که در مدل ANP برای هر عنصر به دست آوردیم، به لایه‌های مربوطه وارد نموده و در نهایت نقشه نهایی مکان یابی خطر ریزش حاصل می‌شود.

بحث و نتایج

پس از تعیین روابط بین معیارها از طریق پرسش نامه و تعیین ضرایب اولیه هر عنصر از طریق مقایسات زوجی که بر پایه پرسش‌نامه انجام شد، ضرایب همه عناصر در یک ابرماتریس گردآوری شده و در نهایت با استفاده از عملیات ریاضی در نرم افزار، ابتدا ابرماتریس غیروزنی(جدول ۱) و سپس ابرماتریس وزنی(جدول ۲) تشکیل شد. در نهایت با استفاده از این ابرماتریس، ابرماتریس حدی (جدول ۳) ساخته می‌شود. این ابرماتریس یک ضریب یکسان را برای همه عناصر نشان می‌دهد.

جدول۱ ابرماتریس غیروزنی عناصر مورد مطالعه در وقوع سنگ ریزه

		مخاطرات طبیعی			ویژگیهای زیست محیطی				
		داده های لیتولوژی	فاصله از آبراهه	فاصله از گسل	جهت شیب	فاصله از جاده	متوسط بارش سالیانه	میزان شیب	کاربری زمین
مخاطرات طبیعی	لیتولوژی	۰	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۸	۰/۱۶۶۶۶۷	۰	۰/۵	۰/۸۳۳۳۳۳
	فاصله از آبراهه	۰/۷۵	۰	۰/۲۵	۰/۲	۰/۳۳۳۳۳۳	۱	۰/۵	۰/۱۶۶۶۶۷
	فاصله از گسل	۰/۲۵	۰/۲۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰
ویژگیهای زیست محیطی	جهت شیب	۰/۱۵۲۲۵۷	۰	۰	۰	۰/۱۳۴۸۹۶	۰/۱۴۲۳۵۸	۰/۲۸۵۳۴۶	۰/۳۴۶۷۴۱
	فاصله از جاده	۰/۰۷۹۸۲۴	۰	۰	۰/۰۷۰۰۰۵	۰	۰/۰۵۷۵۰۳	۰/۰۸۶۲۸۸	۰/۰۷۳۹۰۱
	متوسط بارشهای سالیانه	۰	۰	۰	۰/۱۴۹۸۳۵	۰/۱۱۲۰۷۶	۰	۰/۱۴۲۶۷۳	۰/۱۴۳۳۳۲
	میزان شیب	۰/۲۵۰۴۷۸	۰/۸	۰	۰/۵۰۹۳۷۵	۰/۵۰۴۶۷۲	۰/۵۱۰۰۱۷	۰	۰/۴۳۶۰۲۶
	کاربری زمین	۰/۵۱۷۴۴۱	۰/۲	۱	۰/۲۷۰۷۸۵	۰/۲۴۸۲۶۶	۰/۲۹۰۱۲۱	۰/۴۸۵۶۹۳	۰

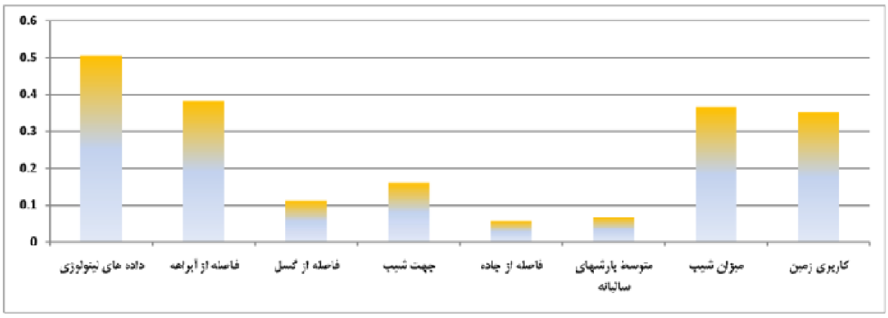
جدول۲ ابرماتریس وزنی عناصر مورد مطالعه در وقوع سنگ ریزه

		مخاطرات طبیعی			ویژگیهای زیست محیطی				
		لیتولوژی	فاصله از آبراهه	فاصله از گسل	جهت شیب	فاصله از جاده	متوسط بارش سالیانه	میزان شیب	کاربری زمین
مخاطرات طبیعی	لیتولوژی	۰	۰/۳۷۵	۰/۳۷۵	۰/۴	۰/۳۳۳۳۳۳	۰	۰/۲۵	۰/۴۱۶۶۶۷
	فاصله از آبراهه	۰/۳۷۵	۰	۰/۱۲۵	۰/۱	۰/۱۶۶۶۶۷	۰/۵	۰/۲۵	۰/۰۸۳۳۳۳
	فاصله از گسل	۰/۱۲۵	۰/۱۲۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰
ویژگیهای زیست محیطی	جهت شیب	۰/۰۷۶۱۱۲۹	۰	۰	۰	۰/۰۶۷۴۴۸	۰/۷۱۱۷۹	۰/۱۴۲۶۷۳	۰/۱۷۳۳۷۱
	فاصله از جاده	۰/۰۳۹۹۱۲	۰	۰	۰/۰۳۵۰۰۳	۰	۰/۰۲۸۷۵۲	۰/۰۴۳۱۴۴	۰/۰۳۶۹۵
	متوسط بارش سالیانه	۰	۰	۰	۰/۰۷۴۹۱۷	۰/۰۵۶۰۳۸	۰	۰/۰۷۱۳۳۷	۰/۰۷۱۶۶۶
	میزان شیب	۰/۱۲۵۲۳۹	۰/۴	۰	۰/۲۵۴۶۸۸	۰/۲۵۲۳۸۱	۰/۲۵۵۰۰۸	۰	۰/۲۱۸۰۱۳
	کاربری زمین	۰/۲۵۸۷۲	۰/۱	۰/۵	۰/۱۳۵۳۹۲	۰/۱۲۴۱۳۳۳	۰/۱۴۵۰۶۱	۰/۲۴۲۸۶۷	۰

جدول۳ ابرماتریس حدی عناصر مورد مطالعه در وقوع سنگ ریزه

		ویژگیهای زیست محیطی					مخاطرات طبیعی		
		کاربری زمین	میزان شیب	متوسط بارش سالیانه	فاصله از جاده	جهت شیب	فاصله از گسل	فاصله از آبراهه	داده های لیتولوژی
مخاطرات طبیعی	لیتولوژی	۰/۲۵۳	۰/۲۵۳	۰/۲۵۳	۰/۲۵۳	۰/۲۵۳	۰/۲۵۳	۰/۲۵۳	۰/۲۵۳
	فاصله از آبراهه	۰/۱۹۱۴۴	۰/۱۹۱۴۴	۰/۱۹۱۴۴	۰/۱۹۱۴۴	۰/۱۹۱۴۴	۰/۱۹۱۴۴	۰/۱۹۱۴۴	۰/۱۹۱۴۴
	فاصله از گسل	۰/۰۵۵۵۵۶	۰/۰۵۵۵۵۶	۰/۰۵۵۵۵۶	۰/۰۵۵۵۵۶	۰/۰۵۵۵۵۶	۰/۰۵۵۵۵۶	۰/۰۵۵۵۵۶	۰/۰۵۵۵۵۶
ویژگیهای زیست محیطی	جهت شیب	۰/۰۸۰۰۷۴	۰/۰۸۰۰۷۴	۰/۰۸۰۰۷۴	۰/۰۸۰۰۷۴	۰/۰۸۰۰۷۴	۰/۰۸۰۰۷۴	۰/۰۸۰۰۷۴	۰/۰۸۰۰۷۴
	فاصله از جاده	۰/۰۲۸۲۳۲	۰/۰۲۸۲۳۲	۰/۰۲۸۲۳۲	۰/۰۲۸۲۳۲	۰/۰۲۸۲۳۲	۰/۰۲۸۲۳۲	۰/۰۲۸۲۳۲	۰/۰۲۸۲۳۲
	متوسط بارشهای سالیانه	۰/۰۳۳۲۱۲	۰/۰۳۳۲۱۲	۰/۰۳۳۲۱۲	۰/۰۳۳۲۱۲	۰/۰۳۳۲۱۲	۰/۰۳۳۲۱۲	۰/۰۳۳۲۱۲	۰/۰۳۳۲۱۲
	میزان شیب	۰/۱۸۲۵۹۷	۰/۱۸۲۵۹۷	۰/۱۸۲۵۹۷	۰/۱۸۲۵۹۷	۰/۱۸۲۵۹۷	۰/۱۸۲۵۹۷	۰/۱۸۲۵۹۷	۰/۱۸۲۵۹۷
	کاربری زمین	۰/۱۷۵۸۸۵	۰/۱۷۵۸۸۵	۰/۱۷۵۸۸۵	۰/۱۷۵۸۸۵	۰/۱۷۵۸۸۵	۰/۱۷۵۸۸۵	۰/۱۷۵۸۸۵	۰/۱۷۵۸۸۵

در نهایت برای به دست آوردن ضریب نهایی هر عنصر، باید ضرایب به دست آمده از جدول ابرماتریس حدی را بر ضریب خوشه‌ها، ضرب کرد تا ضریب نهایی هر عنصر به دست آید(شکل۳).



شکل۳ ضریب‌نهایی عناصر موثر در وقوع سنگ ریزه

پس از به دست آوردن ضرایب نهایی حاصل شده از هر عنصر با مدل ANP، این ضرایب می‌بایست بر لایه اطلاعاتی هر عنصر اعمال شده و نقشه نهایی آن در نرم افزار ARC GIS حاصل شود. اما پیش از این کار، این لایه‌های اطلاعاتی باید از لحاظ میزان ارزش، طبقه‌بندی و هم ارزش شوند تا بتوان تحلیل نهایی را بر منطقه انجام داد. بدین منظور ابتدا لایه‌های برداری کاربری زمین و داده‌های لیتولوژی به لایه رستری تبدیل شده و در ادامه با استفاده از لایه‌های برداری گسل، آبراهه، راه، لایه رستری حریم برای هر کدام تهیه گردید. لایه رستری شیب و جهت شیب از نقشه رقومی ارتفاعی (DEM) ۳۰ متر کشور و لایه متوسط بارش سالیانه هم از طریق میان یابی داده‌های بارش ایستگاه‌های اقلیمی اطراف منطقه حاصل گردید. پس از تهیه لایه‌های رستری مربوطه، این لایه‌ها بر حسب میزان و نوع تاثیرگذاری آن بر موضوع و منطقه، به صورت زیر طبقه‌بندی شدند (شکل‌های ٤ تا ١١):

– لایه میزان شیب در ۵ طبقه قرار گرفت. در این طبقه‌بندی هر چه میزان شیب بیشتر باشد، خطر ریزش نیز افزایش می‌یابد.

– از منظر جهت شیب، مستعدترین جهت شیب، شیب شمالی می‌باشد. این لایه در سه طبقه دسته‌بندی شد.

–لایه کاربری زمین بر حسب نوع ارزش هر کاربری طبقه‌بندی گردید. زمین‌های بایر بیشترین خطر ریزش را دارند و پس از آن زمین‌های زراعی وزمین‌های ساحل رودخانه در طبقات بعدی قرار گرفتند.

– در لایه اطلاعاتی لیتولوژی، سنگ‌های آتشفشانی، توده‌ای و لس مستعدترین مناطق خطر ریزش هستند. زمین‌های آبرفتی رسوبی ، شن و ماسه‌ای و کنگلومرایی در دسته بعدی قرار می‌گیرند و زمین‌های زراعی کمترین خطر را دارا می‌باشد.

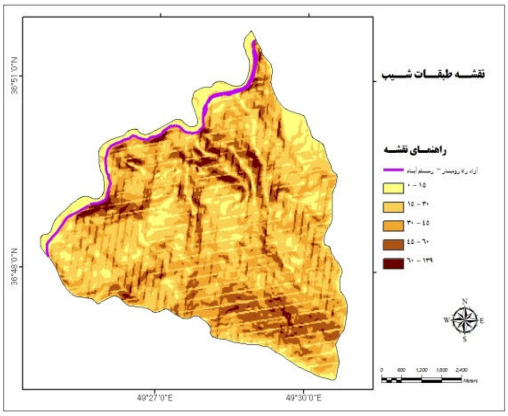
– لایه حریم و فاصله از راه‌های ارتباطی و جاده اصلی نیز بر حسب میزان ارزش طبقه‌بندی شد. هر چه فاصله از جاده کمتر باشد، پتانسیل بیشتری برای ریزش دارد.

– در لایه فاصله از گسل، هر چه فاصله از گسل کمتر باشد، امکان ریزش بیشتر است.

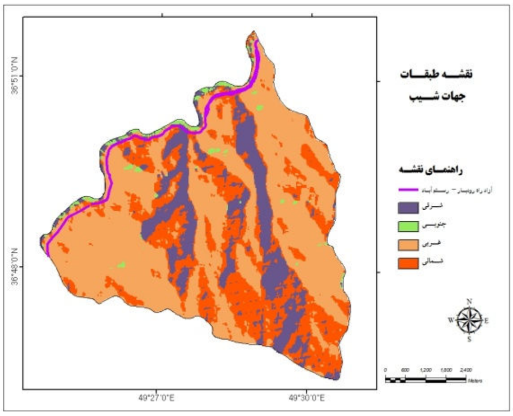
– در نقشه حریم آبراهه، هر چه فاصله از آبراهه کمتر باشد، برای ریزش مستعدتر است.

– در لایه بارش طبقه‌بندی به گونه‌ای است که هر چه میزان بارش بیشتر باشد، خطر ریزش افزایش می‌یابد. در این لایه مطابق با آمار بدست آمده از میانگین بارش سالانه، منطقه دارای اقلیم نیمه خشک است.

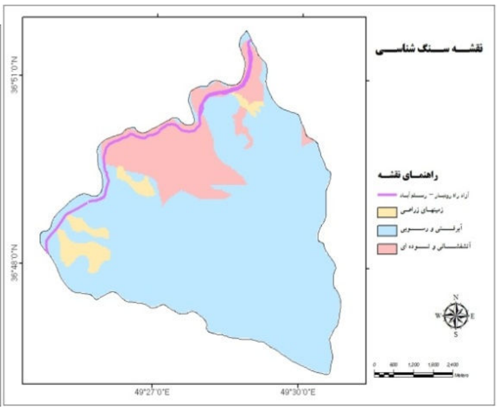
– لایه‌های حریم راه، گسل و آبراهه و لایه میانگین بارش سالانه، همگی در ۵ طبقه قرار گرفتند.



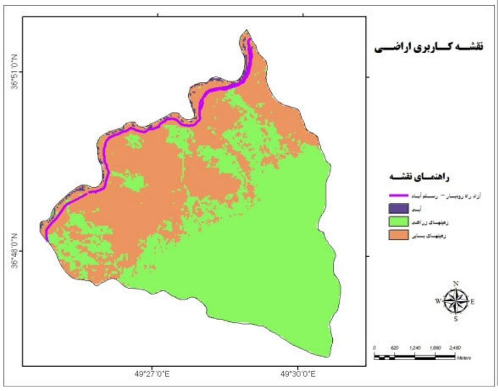
شکل ٤ طبقه‌بندی شیب



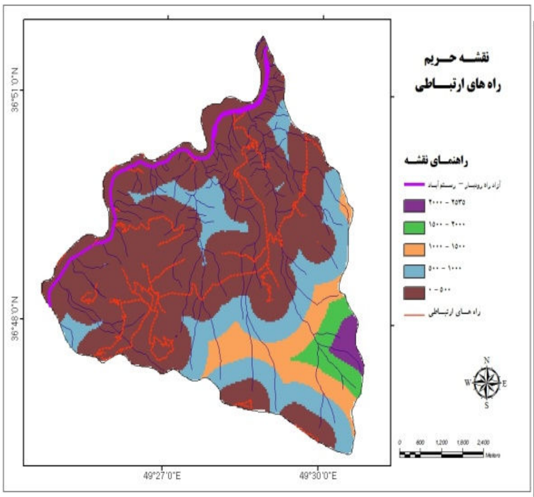
شکل ۵ طبقه‌بندی جهات شیب



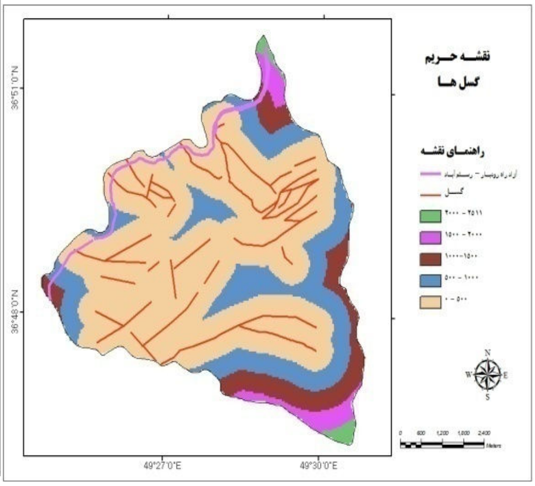
شکل ۷ لیتولوژی برحسب حساسیت به سنگ ریزه



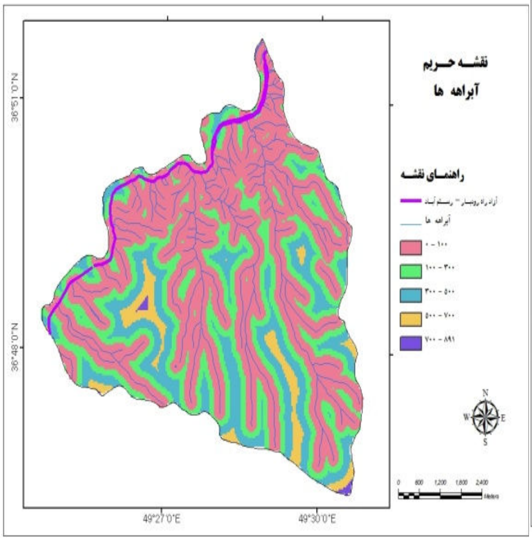
شکل ٦ طبقه‌بندی کاربری اراضی غالب



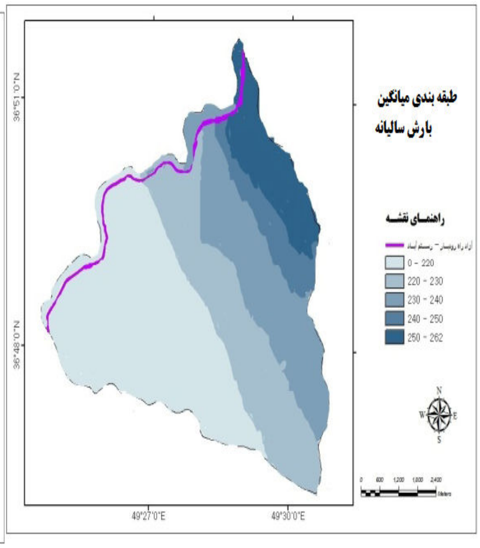
شکل۸ فاصله از جاده



شکل۹ فاصله از گسل

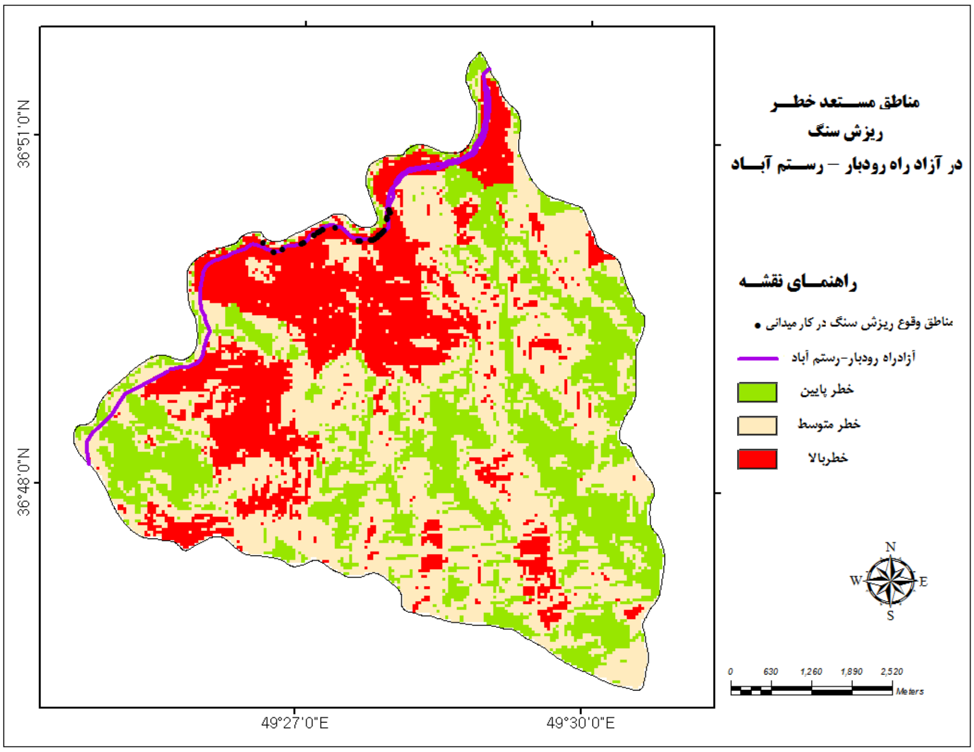


شکل۱۰ فاصله از آبراهه ها



شکل۱۱ میانگین بارش سالانه منطقه

در نهایت با ترکیب همه لایه‌های مورد استفاده و اعمال همه ضرایب به دست آمده از مدل ANP، در بخش Raster Calculator در نرم افزار ARC GIS نقشه نهایی خطر ریزش به صورت زیر حاصل شد(شکل ۱۲). چنان چه در این نقشه مشاهده می‌شود، نقاط ثبت شده در فرایند مطالعات میدانی، با مناطق با درجه خطربالا مطابقت دارد(شکل ۱۳). بنابراین می‌توان از نتایج به دست آمده با اطمینان بیشتری در برنامه‌ریزی‌های مخاطرات محیطی به منظور پیشگیری از خسارات مالی و جانی آتی بهره برد.



شکل۱۲ پهنه‌بندی مناطق مستعد مخاطرات ریزش



شکل۱۳ مناطق ناپایدار و پرخطر در دامنه‌های مشرف بر جاده

نتیجه‌گیری

اساساً احداث جاده در اکوسیستم‌های کوهستانی به دلایل مختلف ضرورتی اجتناب ناپذیر است و از سوی دیگر عبور جاده معمولا تجاوزاتی در این اکوسیستم‌ها به وجود می‌آورد. مطابق با بررسی‌های میدانی که در محدوده مورد مطالعه صورت گرفت، نقاط ناپایدار مشرف بر جاده از نظر مخاطره سنگ ریزش ثبت گردید. یافته‌های این تحقیق و پهنه‌بندی درجه خطر وقوع ریزش در جاده مورد مطالعه نشان داد که نقاط ثبت شده در بررسی‌های میدانی منطبق بر پهنه‌های با خطر بالا هستند. بدین ترتیب نتایج حاصل از تحلیل‌های کمّی و مدلینگ از لایه‌های مورد استفاده با بازدیدهای میدانی به عنوان عاملی مکمل، باعث دقت بیشتری برای برنامه‌ریزی‌های عمرانی منطقه شده است. نتایج این تحقیق در قالب نقشه درجه‌بندی خطر سنگ ریزش نشان داد که، نقاط ناپایدار با درجه بالای خطر سنگ ریزش از نظر معیار کاربری اراضی از نوع بایر و از نظر اقلیمی در محدوده کوهستانی نیمه خشک و از نظر لیتولوژی منطبق بر سنگ‌های آتشفشانی توده‌ای است که نسبت به هوازدگی و ایجاد درز و شکاف به دلیل گسل خوردگی، حساسیت بالایی را نشان می‌دهد؛ همچنین مناطق با خطر بالای سنگ ریزش با بیشترین درصد شیب مطابقت دارند از این رو این منطقه از اکوسیستمی حساس نسبت به دخالت‌های انسانی مانند جاده‌ها برخوردار است. عناصر ذکر شده طبق بررسی‌های صورت گرفته مهم‌ترین عوامل موثر در وقوع ریزش در جاده مورد مطالعه می‌باشد. با توجه به تحلیل فرایند شبکه از مناطق وقوع ریزش می‌توان گفت که این محدوده به دلایل مختلفی که بیان گردید از پهنه‌های پرخطر در زمینه مدیریت جاده‌ای است. همچنین نتایج تحلیل شبکه‌ای نشان دهنده آن است که مناطق با خطر بالای ریزش از محدوده اطراف جاده به سمت پیرامون کشیده شده و این در جایی رخ می‌دهد که جاده در مجاورت آبراهه قرار داشته و از محدوده گسل‌های متعددی عبور کرده است و همچنین توده‌های آتشفشانی و لسی در آن گسترش یافته است. از این رو اگرچه مناطق وقوع سنگ ریزه در کار میدانی در مجاورت آزاد راه قرار داشتند، اما باید دامنه مطالعات و اقدامات کنترلی به بخش‌های دیگر منطقه نیز کشیده شود. از نتایج این تحقیق می‌توان برای برنامه‌ریزی‌مخاطرات محیطی در آزاد راه رودبار- رستم آباد به منظور پیشگیری از خسارات جانی و مالی احتمالی در این منطقه حساس کوهستانی بهره برد و از جمله اقدامات کنترلی می‌توان به احداث تورهای فلزی در مناطق با درجه بالای خطر به ویژه در واحدهای سنگی آتشفشانی توده‌ای و نیز پلکانی نمودن دامنه‌های پرخطر اشاره نمود.

References

Alayi Taleghani, M., 2000, Geomorphology of Iran, Tehran, ghomes press. , 3 thrd.

Bayati Khtibi, M., 2006, the Impact of Man on the Occurrence of Disturbances on Slope Surface and Along the Valleys of Semi-arid Mountains and its Consequences (Case Study: Ligvans Valley (A Northern Valley of Sahand Mountain), Geographical Research Spring No.80, pp. 51-73.

Beladpas, A., 2008, A research on Environmental and Geomorphological Hazards of Marand-Jolfa Roads, Geographic Space of quartely, N. 23, pp. 1-18.

Chiessi, V.D,. Orefice, M., Mugnozza, G., Vitale, V., Cannese, Ch., 2010, Geological, geomechanical and geostatistical assessment of rockfall hazard in San Quirico Village (Abruzzo, Italy) ,Geomorphology, No. 119, pp.147–161.

Cooke, R.U., Doornkamp, J.C., 1999, Geomorphology in Environmental Managment, Vo.1, Tranclated by: Shahpur Gudarzinejad, Tehran, The publication of Samt.

Crescenzoa, G., Di. Santo, A., 2007, High-resolution mapping of rock fall instability through the integration of photogrammetric , geomorphological and engineering–geological surveys, Quaternary International, No. 171–172, pp.118–130.

Daneshmandi, S., 2007, Geomorphic variables Affecting Road Management, Thesis for Geomorphology, Phd , Tehran University, By Leading Mojtaba Yamani.

Deparis, J., Garambois, S., Hantz D., 2007, the potential of Ground Penetrating Radar to help rock fall hazard assessment: A case study of a limestone slab. Gorges de la Bourne (French Alps) Engineering Geology, No. 94, pp. 89–102

Dorri, B., Hamzeei, E., 2010, strategy determination of answer to risk in the risk management by using ANP method (case study: project of the North Azadegan oil square development). industrial management, period 2, No. 4, pp. 75 – 92.

Escourrou, G., 2002, Transports,Climatical Hazard and Pollutions. Tranclated by: Shahriar Khaledi, Publication of Shahid Beheshti University.

Faraji, Sabokbar, H.A., Salmani, M., Fereydoni, F., Karimzadeh, H., Rahimi, H., 2010, Using Analytic Network Prcess Approach Case Study: The Villages of Quchan County. Spatial Planning Quartely-Modares Human Sciences, No. 14, pp.127-149.

Giacomini, A., Buzzi a, O., Renard b, B,. Giani, G.P., 2009, Experimental studies the fragmentation of rock falls on impact with rock surfaces” International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences, No. 46, PP.708–715.

Gutierrez, M., Sese, M. V. H., 2001, Multiple talus flatirons, variations of scarp retreat rates and the evolution of slopes in Almazan Basin (semi- arid central spain),Geomorphology, No. 38, pp. 19-29.

Guzzettia, F., Crostab, G., Dettic, R., Agliardi F., 2002, STONE: a computer program for the three-dimensional simulation of rock-falls, Computers & Geosciences, No. 28, pp.1079–1093.

Hafezi Moghaddas, N., 2009, Applied Geomorphology, Shahrood University of Technology of Publication.

Hossienzadeh, S.R., 2004, Uraban Plannig Simultaneity With Natural Hazard, Journal of Geography and Regional Development, No. 3, pp. 59-86.

Huggett, R.J., 2007, Fundamentals of Geomorphology. 2th ed, Routledge pub. Katz, O.

Jafarnejad A, Karimi Dastjerdi, D, Fooladvandi ,G, Vafaei Yeganeh, M, 2009, offering of a multi decisions model for suitable site selection of establishment Agencies Insurance Companies in Tehran city, insurance industry of quartely, year 24, No. 3 & 4, pp. 95 – 123.

Karami, F., 2006, Rural Roads Construction Hazards: An Emphasis on Mass Movements and Gullying (Case study: Sarab Township), Geographic Space of quartely, No. 16, pp. 85-104.

Katz, O., Reichenbach, P., Guzzetti, F., 2011, Rock fall hazard along the Railway Corridor to Jerusalem , Israel, in the Soreq and Refaim valleys, Natural Hazards , Vol. 56, pp. 649-665.

Kiani,A., Khanjari Alam, A., Fazelniya, GH., 2010, Application of ANP Model In Presetation of Pattern Suitabale of ICT for Relationship Optimization Indicators Rural and Urabn , Case Study: Alashtar Township, Spatial Planning Quartely Modares Human Sciences, No.115, pp. 249-267.

Mahmodi, F., 2004, Geomorphology of Dinamic, Tehran, Payame nor of University of Publication 6 th rd.

Mokhtary, D., 2006, Slope Instability as a Threatening Factor of Traffic Accidents Case Study: Landslide in Nir- Sarab Road of Ardebil Province in Northwest Iran, Geographic Space of quartely, N. 16, pp. 39-53.

Mokhtary, D., 2010, Geomorphic Effects of Road Construction Operation IN Geomorphological_Sensitive Regions: Case Study, Rural Road of Aralan (Northwest of Iran). Geography and Environmental Planning Winter, No. 36, pp. 17-46.

Mónica, G, M., Tomás G.N., Silvia, A.D., 2009, An ANP Approach to Assess the Sustainability of Tourist Strategies for the Coastal NP of Venezuela; LithuaniaI 5th International Vilnius Conference, Euro Mini Conference Knowledge–Based Technol- ogies and OR Methodologies for Strategic Decisions of Sustainable Development,

Mufide, B., Barbaros M, K., Aysun, O., Ilgin P, A., 2006, Choosing a municipal landfill site by analytic network process , Environ Geol, No. 52, pp. 747–751.

Najafi, A., 2010, Structure and Environmental Challenges Analysis in Projects Management Using Analytical network process, international journal of Industrial Engineering and Production management, No. 21, pp. 63–76.

Nakhai Kamalabadi, E., Amirabadi, M., Mohammadi poor, H., 2010 , Selection of strategy by using SWOT analysis and analytical network process (ANP),industry management of quartely, humanitist faculty, Islamic Azad University, Sanandaj branch, year 5, No. 11, pp 21-34.

Rahimi, Herabadi, S., 2012, Geomorphological Hazard of Sefidrood Valley and Its Effect on the Rodbar City Development, A Thesis for The Degree of M.A in Geomorphology in Environmental Planning, University of Tehran, Faculty of Geography, By Leading Ebrahim Moghimi.

Rajaei, H., 2004, The Application of Geomorphology to Landscape Efficiency and Environ mental Management, Tehran, ghomes press, 2 thrd.

Reichenbach. P., Guzzetti. F., 2010, Rock fall hazard along the railway corridor to Jerusalem , Israel, in the Soreq and Refaim valleys , Springer, Science Business Media B.V.DOI 10.1007/s11069-010-9580-z , PP.1-17.

Ritter, f, d., Kochel, c., Mill, Rj., 2002, Process geomorphology, 4th ed, Mc Grow-Hill., New York.

Rostaei, SH., Ahmadzade, H., 2012, Landslide Hazard Zonation in the Tbriz-Marand by Using RS and GIS, quantitative geomorphological researches, Vo. 1, No. 1, pp. 47-58.

Saaty, T, L., 2005, Making and Validating Complex Decisions With the AHP/ ANP, Journal of Systems Science and Systems Engineering , Vo. 14, No. 1, pp.1-36.

Sarvati, M., Hossienzadeh, M,M., KHezri, S., Mansouri, A., 2008, The Mass Movment Zonation in the Traverse of Sanandaj– Dehlogan by Using AHP Method in GIS , Sepehr, Vol. 17, No. 66, PP. 25-32.

Sehhat, S., Parizadi, E., 2010, Applying Analytical Network Process in SWOT(Case Study in Iran Insurance Company), Industrial Management, Vo.1, No. 2, pp.105-120.

Sheeba, Kh., Mohd N, F., 2007, An analytic network process model for municipal solid waste disposal options, Waste Management, No. 28, pp.1500–1508.

Smith,K., Petley, D, N., 2009, Environmental Hazards Assessing and Reducing Disaster, Routledge Pub, Fifth Edition.

Smith, K., 2000, Environmental Hazards, Tranclated by: SHahpur Gudarzinejad and Ebrahim Moghimi,Tehran, The publication of Samt.

Topal, T., Akin,M. K., Akin, M., 2012, Rock fall hazard analysis for an historical Castle in Kastamonu (Turkey), Nat Hazards , No. 62, pp. 255–274.

Tuzkaya, G., Tuzkaya, U.R., lsun, B.G., 2008, An analytic network process approach for locating undesirable facilities: An example from Istanbul, Turkey, Journal of Environmental Management, No. 88, PP. 970–983.

Wolfslehner, B., Vacik, H., Lexer M.J., 2005, Application of the analytic network process in multi-criteria analysis of sustainable forest management; Forest Ecology and Management, No. 207, pp. 157–170.

Zomorodyan, M. J., 2002, Iran Geomorphology, Ferdowsi University of Mashhad Publication, Vo. 2, First Edition.